

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002 年 10 月 31 日 (31.10.2002)

PCT

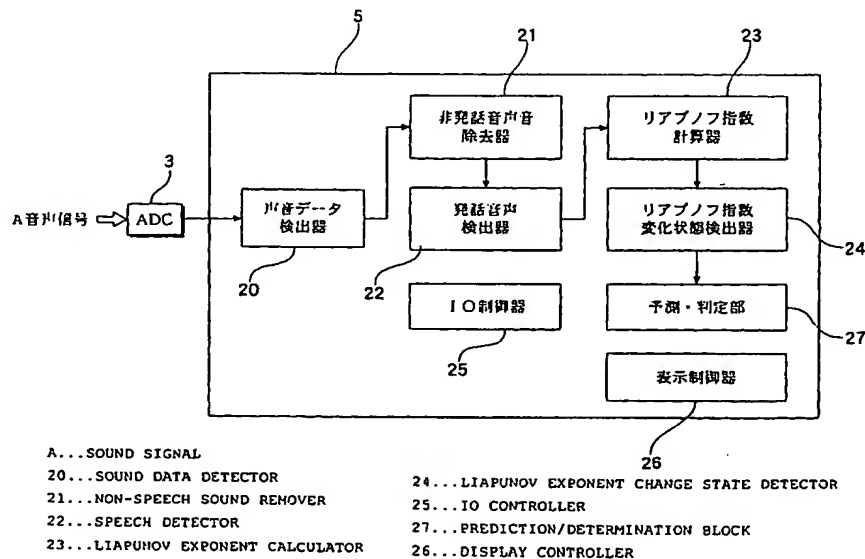
(10) 国際公開番号  
WO 02/085215 A1

- (51) 国際特許分類: A61B 10/00 105-6137 東京都 港区 浜松町二丁目 4 番 1 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/03561
- (22) 国際出願日: 2002 年 4 月 10 日 (10.04.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2001-116408 2001 年 4 月 16 日 (16.04.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人電子航法研究所 (ELECTRONIC NAVIGATION RESEARCH INSTITUTE, AN INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION) [JP/JP]; 〒182-0012 東京都 調布市 深大寺東町 7 丁目 4 2 番地 2 3 Tokyo (JP). 三菱スペース・ソフトウェア株式会社 (MITSUBISHI SPACE SOFTWARE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒
- (71) 出願人 および
- (72) 発明者: 塩見 格一 (SHIOMI, Kakuichi) [JP/JP]; 〒105-0021 東京都 港区 東新橋 2 丁目 5 番 1 1 号 メトロビル 4 0 1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 目黒 也智 (MEGURO, Naritomo) [JP/JP]; 〒105-0013 東京都 港区 浜松町一丁目 2 7 番 1 6 号 三菱スペース・ソフトウェア株式会社内 Tokyo (JP). 古瀬 慶博 (FURUSE, Nobuhiro) [JP/JP]; 〒105-0013 東京都 港区 浜松町一丁目 2 7 番 1 6 号 三菱スペース・ソフトウェア株式会社内 Tokyo (JP). 田中 英行 (TANAKA, Hideyuki) [JP/JP]; 〒105-0013 東京都 港区 浜松町一丁目 2 7 番 1 6 号 三菱スペース・ソフトウェア株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 佐野 弘 (SANO, Hiroshi); 〒104-0033 東京都 中央区 新川 2 丁目 3 番 7 号 浪商ビル 3 F Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: CHAOS-THEORETICAL HUMAN FACTOR EVALUATION APPARATUS

(54) 発明の名称: カオス論的ヒューマンファクタ評価装置



A...SOUND SIGNAL  
20...SOUND DATA DETECTOR  
21...NON-SPEECH SOUND REMOVER  
22...SPEECH DETECTOR  
23...LIAPUNOV EXPONENT CALCULATOR  
24...LIAPUNOV EXPONENT CHANGE STATE DETECTOR  
25...I/O CONTROLLER  
27...PREDICTION/DETERMINATION BLOCK  
26...DISPLAY CONTROLLER

(57) Abstract: A chaos-theoretical human factor evaluation apparatus includes a Liapunov exponent calculator (23) for chaos-theoretically analyzing a speech signal generated by digitizing a speech uttered by a human and calculating a Liapunov exponent and a Liapunov exponent change detector (24) for detecting a change of the Liapunov exponent of the speech calculated by the Liapunov index calculator (23). By calculating the load level in a cerebrum through a change of the Liapunov exponent detected by the Liapunov exponent change detector (24), it is possible to predict and determine a mental/physical activity.

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): IL, IN, KR, US.

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算するリアブノフ指数計算器23と、該リアブノフ指数計算器23より計算された発話音声のリアブノフ指数の変化を検出するリアブノフ指数変化検出器24と有し、該リアブノフ指数変化検出器24で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大脳に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定可能としたカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

## 明 細 書

### カオス論的ヒューマンファクタ評価装置

#### 技術分野

この発明は、人間が発する音声を解析することにより、その人の大腦に発生する負荷レベルを定量的に検知し、大腦がどのような活動状態にあるか、さらには測定時の心身的活動の変化、また以後の心身的活動の変化を予測・判定するカオス論的ヒューマンファクタ評価装置に関し、医療診断技術等の分野に属するものである。

しかも、この発明による評価の対象が大腦機能であること、また人間を含む全ての動物の活動がその脳により支配されていることから、この発明による装置によれば、単に人の目や耳による外面的な観察から検知され予測される人の心身的活動、具体的には喜怒哀楽や恐怖感、不安感など比較的表面化する心身的活動のみならず、たとえば複雑な数学問題の解法に苦手意識のある人の大腦に与える負荷や、快感、不快感を伴う人の趣味嗜好などを探る場合、さらには測定時の脳に与える負荷状態、すなわち心身の状態を検知するばかりでなく、現状の検知結果から傾向分析を行うことにより以後の心身的活動を予測判定することが可能であり、この発明は広くヒューマンファクタの評価技術に属する。

#### 背景技術

従来、脳機能の測定は脳波を測定することにより、例えば眠気などの意識の覚醒状態や精神集中度などを測定する方法および装置がある。

また、1980年代以降は脳内に投与した脳血流トレーサーの動態状況や、脳におけるブドウ糖の代謝状況をガンマカメラや専用のスキャナで計測し画

像化できるポジトロンCT装置（PET）やシングルフォトンCT装置（SPECT）により行われてきた。

その他には、微弱な赤外線を頭部に照射し、反射強度を測ることにより頭蓋骨の内側にある大脳皮質の活動状態を計測・画像化することにより脳の活動状況を計測する装置（光トポグラフィ装置）がある。

しかしながら、このような従来の脳波の測定は、頭皮に電極を取り付け、大脳皮質の神経細胞が引き起こす時々刻々の電氣的な変化をとらえるものであり、装置そのものは小型化され、比較的安価になっているが、脳波検査でわかることは、てんかんなど発作性疾患の異常波の検出、睡眠・覚醒の変化、意識の障害によっておこる脳の全般的活動水準の変化、脳梗塞や腫瘍などの病変による脳機能に対する影響などである。

そして、脳波研究のごく初期には脳波で個人の性格や知能、心身的活動がわかるのではないかと考えられたこともあるが、現在は性格や知能と脳波は一定の関係を示さないことが明らかになっている。

また、PET、SPECT、光トポグラフィ装置は、現在最も感度が高い装置であり、脳機能の分析評価を可能とするが、いずれも大掛かりな装置である。

さらに、これらの装置は非常に高価な装置であることにより、今日、脳機能の測定が極めて困難な問題であることは、PETやSPECT、光トポグラフィ装置の実用化以降においても、変わってはいない。

さらにまた、上述の装置は、すべて測定のために人体に何らかのセンサを取り付けたり、造影用薬物の投与が必要であり、例えば正常脳の機能評価を行う場合には、センサ等を取り付けたこと自体がストレスとなり、通常とは異なる心身的活動に陥り、評価の基準となるべき平常状態の情報が得られず、正確な検知、判定が行えない可能性を常に有している。

一方、人間の活動が全てその脳により支配されていることから、脳機能の

解明は、単に医療分野に限らず、音楽等の芸術に係る人間の精神活動に関する研究、文明や文化の差異等に関し集団としての人間を取り扱う人類学や文明論等の研究にも大きな意味を有すると考えられ、脳機能の評価を広範な研究に役立てるためには、脳機能の評価を容易に行うことを可能とする装置の開発が必要不可欠である。

そこで、この発明は、比較的簡単な装置により、人体に非接触な状態で、大脳に発生する負荷レベルを計測して、人間の心身の状態を予測・判定することができる装置を提供すること課題としている。

#### 発明の開示

この発明者らは、上記課題を解決するため、鋭意研究したところ、以下の発明を見出すに至った。

この発明者らは、まず、大脳皮質における発話のための中枢での処理としては、調音運動企画段階およびその後の調音運動の実行段階があるが、発話すべき単語の拍数増加や単語もしくは文章の複雑さなどが調音運動企画段階での処理時間伸長を引き起こすこと、すなわち大脳に対する負荷の増加が生じ、結果的に発話音声そのものが変化することから、発話音声を解析すれば、大脳機能を計測できると考えた。

そして、この発話音声はカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算すれば解析でき、上述した大脳と発話音声の因果関係から脳の活動状態を定量的に表すことにより、非接触な状態で、大脳に発生する負荷レベルを計測し、心身的活動を予測・判定できること見出した。

そこで、第1の発明は、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算手段と、該リアプノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアプノフ指数の変化を検出するリアプノフ指数変化検出手段と有し、該リアプ

ノフ指数変化検出手段で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定可能としたカオス論的ヒューマンファクタ評価装置としたことを特徴とする。

第2の発明は、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算するリアブノフ指数計算手段と、該リアブノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアブノフ指数の変化を検出するリアブノフ指数変化検出手段と、該リアブノフ指数変化検出手段で検出されたリアブノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定する予測・判定手段とを備えたカオス論的ヒューマンファクタ評価装置としたことを特徴とする。

第1又は第2の発明によれば、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアブノフ指数を計算することにより、このリアブノフ指数の状態から、大腦の活動状態が検知されるため、被験者の人体に対してセンサ等を装着することなく、非接触で測定できることから、被験者となる人間に不必要な精神的身体的負担をかけることなく、又、緊張感を与えることなく、平常状態での大腦の活動状態が把握できる。

また、人間の発話音声をカオス分析して時々刻々得られるリアブノフ指数の変化の特性を検出することにより、得られたリアブノフ指数の時々刻々の変化を相対的・経時的に捉え、変化の特徴により、大腦が発話音声に与えた変化を計測、すなわち大腦の活動における負荷状態を検知することで、人間の心身的活動、例えば緊張状態や疲労状態等を容易に検知することができる。

さらに、常にカオス分析して得られるリアブノフ指数と、得られたリアブノフ指数の時々刻々の変化を相対的・経時的に捉え、変化の特徴により、大腦が発話音声に与えた変化を計測、すなわち大腦の活動における負荷状態を検知しているため、評価を加えるための基準となる値を予め用意する必要が

なく、計測しながら即座に評価を加えることが可能である。しかも、評価を加えるための基準となる値を予め用意する必要がないことにより、メモリや磁気媒体などのデータの記憶手段を極力少なくすることも可能となり、装置の小型化、ひいてはオンボード化、チップ化などによる組み込み型装置としての実現も可能となる。

第3の発明は、第1又は第2の発明の構成に加え、人間が発話する音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、該マイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログデジタル変換手段とを更に備えたことを特徴とする。

これによれば、いわゆる装置の入力信号センサとなる発話音声入力手段に音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、このマイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログデジタル変換手段とで構成した場合には、通常のマイクロフォンから被験者となる人間の発する音声を入力することが可能となるので、航空機のパイロット、航空管制官、公共交通機関の運転手ならびに顧客案内誘導員、放送局アナウンサ、無線通信士など業務においてマイクロフォンを利用する職業分野においては、通常利用するヘッドセットのマイクロフォンやハンディマイクロフォンを利用することが可能となる。

第4の発明は、第1乃至第3の何れか一つの発明の構成に加え、前記デジタルデータから、あらかじめ用意した非発話音声音の特徴をもとに、人間の発話音声以外の音声データを除去して、前記リアプノフ指数計算手段に与える非発話音声音除去手段を備えたことを特徴とする。

これによれば、音声デジタルデータから人間の発話音声以外の音声データが除去され、得られたデジタルデータを基にカオス分析してリアプノフ指数を得ることにより、人間の脳の負荷状態の現れとしての発話音声とは係りのないいわゆるノイズとなる非発話音声音を除去するため、より精度の高い

大脳活動における負荷状態が検知可能となる。これにより、例えば航空機事故等で無線を利用した音声による交信記録や、航空機搭載のボイスレコーダに記録された音声信号など比較的ノイズの多い音声信号を対象とする場合でもこの発明による装置で分析することにより、心身診断もしくは心身の状態変化を解析することにより、事故原因の調査に利用することが可能となる。

また、音声デジタルデータから人間の発話音声以外の音声データが除去されることは、さらに従来より脳機能の測定や脳の活性化状態の測定に医療機器として利用されているPETやSPECTなどと同様の医療機器としてこの発明の装置を利用する場合においても、音声暗室などの環境設備を必要としないため、より小型で安価の装置として実現することが可能となる。

第5の発明は、第1乃至第4の何れか一つの発明の構成に加え、前記人間の発話音声以外の音声データを除去したデジタルデータから、個々に評価される人間の発話音声の特徴を抽出・識別し、前記リアブノフ指数計算手段に与える発話音声検出手段を備えることにより、複数人の発話音声入力に対する個々の人間の心身的活動の予測・判定を可能とすることを特徴とする。

これによれば、発話音声以外の音声データを除去したデジタルデータから、更に人間の発話音声の特徴を抽出・識別し、個別にリアブノフ指数を得ることができするため、複数人の発話音声入力に対する分析評価が可能となる。これによりこの発明による装置を、例えば複数人による会議や討論の場において使用する場合、発話者の心身的活動を判定可能となり、「誰がどの話題に、あるいは誰の話に興味を持ったか、否か」、発話者の恐怖・ストレス・覚醒など心理状態を判定することも可能となる。したがって音声を利用したカウンセリング器及び嘘発見器としての用途にも利用可能である。

この発明による装置は、一般的に大脳活動の出力としての生体信号をカオス論的手法により分析することにより、その出力を与えた大脳各部野の活動状態を定量化するものである。



この発明では、発話音声を逐次カオス分析し、時々刻々検出されるリアプノフ指数の変化を相対的・経時的に検出し評価を加えることにより大脳の言語野に発生する負荷を評価することを可能としている。

カオス論的な分析においては、発話音声信号を一次元的な時系列データとしてサンプルすることができれば十分であり、同一被験者から同時サンプルされたデータを複数利用する場合においても、原則的にはこれらを個別に処理し、最終的に夫々における評価結果を合成し全体的な評価結果を得ることができる。

また、各大脳部野は明確に他の部野と切り離されている訳ではないので、言語野に高い負荷状態が発生するときその影響は、他の部野に係る生体信号にも現れる。

さらに、言語野のように人間の精神活動において極めて重要な役割を果たす部野の状態を計測することにより、その計測結果を大脳全体の負荷状況を示すものとして利用することも、用途が特定される場合には有効である。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の実施の形態にかかるパーソナルコンピュータ等の概略を示すブロック図である。

第2図は、同実施の形態にかかるパーソナルコンピュータの内部構造を示すブロック図である。

第3図は、同実施の形態にかかる装置を用いて測定した人間の発話音声のリアプノフ指数と時間との関係を示すグラフ図である。

第4図は、同実施の形態にかかる第3図の状況と異なる状況で測定した場合のグラフ図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明を実施の形態に基づいて説明する。

第1図乃至第4図には、この発明の実施の形態を示す。

第1図は、この発明に係るカオス論的ヒューマンファクタ評価装置（以下、「この発明装置」と言う）をコンピュータを利用して実現した場合の全体の構成例を示す模式図である。

第1図において、参照符号1はコンピュータを示しており、大腦にかかる負荷を検知・判定するためのプログラム（以下、「大腦負荷検知判定プログラム」と言う）PGが記録されたハードディスク装置5が備えられており、大腦負荷検知判定プログラムPGの各プログラムコードを記憶している。

但し、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO等種々のコンピュータが利用できる記録媒体とそれらのドライブ装置を使用してもよいことは言うまでもない。

その大腦負荷検知判定プログラムPGの各プログラムコードの中にはカオス解析プログラムが含まれている。このカオス解析プログラムは、大腦負荷検知判定プログラムPGが読み込んだ音声のデジタルデータをカオス解析することによりリアプノフ指数を計算するプログラムである。

また、コンピュータ1には、マイクロフォン2及び通信装置14、音声レコーダ15が接続されている他、ビデオ出力装置8を備え、この発明装置の動作のための制御指示内容や評価結果を表示するディスプレイ装置9が接続されている。また、I/O制御装置10を備え、打鍵入力手段及びポインティングデバイスとして機能するキーボード11及びマウス12も接続されている。さらに、ヘッドフォン13P及びマイクロフォン13Mを有するヘッドセット13が有線または無線通信により通信装置14に接続されている。

また、マイクロフォン2およびヘッドセット13のマイクロフォン13Mは、この発明装置により大腦にかかる負荷を検知・判定する対象となる人物が通常業務状態において装着・使用しているものであり、それらを装着・使

用している人物の発話音声をも音声信号としてリアルタイムで取り込むために使用される。

なお、マイクロフォン 2 は複数の人物が同時に発話音声を入力する場合にも接続し使用される。

さらに、コンピュータ 1 には、例えば音声レコーダ 15 のような記録媒体に音声信号を記録し、それを再生出力することが可能な音声再生装置が接続可能である。この音声レコーダは例えば通常は航空機に搭載されており音声信号を記録するボイスレコーダのように、何らかの事情でこの発明装置によりカオス論的に音声を解析する場合に使用される。

そのコンピュータ 1 の内部には、CPU 4 を中心に、各プログラムコードを展開し、機能実現するための記憶手段として RAM 6、ROM 7、音声を入力するそれぞれの装置から音声信号をデジタルデータとして取り込むために、「アナログデジタル変換手段」であるアナログデジタル変換器 3 が内蔵されている。

第 2 図は主として上述コンピュータ 1 のハードディスク装置 5 に記録されたこの発明装置のプログラムを示すブロック図である。

すなわち、このハードディスク装置 5 には、音声信号をデジタルデータとして取り込むための前記アナログデジタル変換器 3 からの信号が入力される音声データ検出器 20 が設けられ、この音声データ検出器 20 により、前記デジタルデータから音声データが検出されるようになっている。この音声データ検出器 20 から非発話音声音除去器 21（非発話音声音除去手段）に信号が入力され、この非発話音声音除去器 21 により、入力された音声信号から人間の発話音声以外の音声除去されるように構成されている。

また、この非発話音声音除去器 21 から発話音声検出器 22（発話音声検出手段）に信号が入力され、この発話音声検出器 22 により、音声デジタルデータから発話音声部分が検出されるようになっている。

さらに、この発話音声検出器 2 2 からリアプノフ指数計算器 2 3（リアプノフ指数計算手段）に信号が入力され、このリアプノフ指数計算器 2 3 により、発話音声をカオス論的手法により解析を行いリアプノフ指数が計算されるように構成され、このリアプノフ指数計算器 2 3 からリアプノフ指数変化検出器 2 4（リアプノフ指数変化検出手段）に信号が入力され、このリアプノフ指数変化検出器 2 4 により、前記計算された発話音声のリアプノフ指数の時系列データの相対的・経時的変化を検出するように構成されている。

さらにまた、リアプノフ指数変化検出器 2 4 から予測・判定部 2 7（予測・判定手段）に信号が入力され、この予測・判定部 2 7 により、前記リアプノフ指数の変化の状態にて、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより、心身的状態を予測・判定するようにしている。

その他、このハードディスク装置 5 には、装置に対する動作制御用信号を制御するための I O 制御器 2 5、この発明装置動作のための制御指示内容や評価結果を表示する表示制御器 2 6 を備える。

以下に、この発明装置の動作について、第 2 図のブロック図を参照して説明する。

まず、この発明装置により大腦に発生する負荷レベルを検知・判定し、心身的活動を評価する対象人物の発話音声を取り込んで、音声信号を得る。具体的には、第 1 図に示すようにヘッドセット 1 3 のマイクロフォン 1 3 M から入力されて例えば航空機パイロットから音声通信を管制棟の通信装置 1 4 を介して入力されるか、一般のマイクロフォン 2 から直接入力、若しくは、例えば航空機搭載用のボイスレコーダのような音声を記録した媒体からの再生を行える音声レコーダ 1 5 から音声信号が入力される。

次に、入力された音声信号がアナログ信号である場合には、アナログデジタル変換器 3 でデジタル変換が行われ、音声データ検出器 2 0 により、連続した音声データを以降の信号処理において必要とする処理単位でデータ分割

する。

次いで、カオス論的手法による解析の前処理として、アナログデジタル変換器 3 で得られた音声信号のデジタルデータから、人間の発話音声以外の非発話音声を除去する処理が非発話音声除去器 2 1 で行われる。

具体的には、除去する非発話音声は、衝突減衰音、衝突残響音、二重衝突音、多重衝突音、破碎音、摩擦音であり、原音の中心周波数、残響時間、帯域幅をもとに特徴抽出を行い非発話音声の分離、除去を行う。

上述の処理により非発話音声を除去した音声デジタルデータは、人間の発話音声成分のみを残した音声デジタルデータになるが、複数人による発話音声信号が入力されている場合には、個々に以降のカオス論的手法による解析を行う必要があり、発話音声検出器 2 2 において、個々の発話音声への分離を行う。

具体的には、事前に発話者全員の発話音声の中心周波数、残響時間、帯域幅をもとに特徴抽出を行い、リアルタイムで計測される音声信号との比較を行う。

次に、リアプノフ指数計算器 2 3 により、人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算する。

具体的には、人間の発話音声を時系列信号として処理すれば、実験的にその波形のフラクタル次元が 5 ～ 6 の間にあることが明らかになっていることからストレンジ・アトラクタは 6 次元空間までに構成することとして処理を行う。その計算処理は、日本特許公開 2 0 0 0 - 1 1 3 3 4 7 号公報の「音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体」で開示されている方法によるものも使用することができる。

その後、大脳に発生する負荷レベルを検知・判定するために、リアプノフ指数変化検出器 2 4 において、時々刻々計算され変化する発話音声信号によ

るところのリアプノフ指数を基準点に対する相対的比較や、時系列的な変化の傾向により、大腦に発生する負荷レベルの変化を検知し、予測・判定部 27 において測定目的に対応する判定を行う。

例えば、何らかの業務を遂行する場合、適度な緊張感を持つことがその業務を効率的に遂行するために有効であるとは一般的に言われることであるが、従来、どの程度の緊張感が適度なものであるのかを明確に示したり知ることが不可能であった。

この発明による装置によれば、その人間のリラックス時の大腦負荷レベルと短時間で疲労を自覚する程の高負荷レベルを計測することが可能であり、よって、その中間的なレベルとしての適度な負荷、すなわち、その人間が職務等に必要な時間において深刻な疲労に至らない程度の負荷レベルに業務負荷を管理することが可能となる。

上記において、その人間が疲労を自覚するに至る過程は、定型的な業務においては、大腦負荷が暫時上昇する傾向をもって蓄積することにより、又、クリエイティブであったり、臨機応変な対応を要する業務においては、ある一定の時間以上高いレベルの負荷が継続することによる。

従って、この発明により、測定される人間の心身的活動の予測を行う場合には、その業務特性に対応した予測アルゴリズムを適用する必要がある。例えば、上述の大腦負荷が暫時上昇するような傾向を有する業務を行う者に対しては、単純に移動平均により時々刻々変化するリアプノフ指数を平滑化して、そのパターンにおいて設定される規則により、休息等を指示することが可能である。

なお、臨機応変な対応を要するようなより複雑な業務を行う者に対しては、単純な算術によるアルゴリズムではなく、カルマンフィルタ等を利用し、さらにその与えるパターンに対して意味論的、あるいは知識処理的な手法により設定した規則を適用し、その職務活動等を制御することが必要である。

具体的には、時々刻々計算されるリアプノフ指数を時系列で一時的に保持し、状態変化を定量的に示すために、リアプノフ指数が示す値、リアプノフ指数の推移、推移の範囲を求める。前後の変化、すなわち傾向を求める方法としては、移動平均、最少二乗近似、カルマンフィルタ等により特性曲線を求め、これらの方法を選択できるようにする。

第3図及び第4図は、実際に発話音声から測定したリアプノフ指数を時系列でグラフ表現したものである。

第3図中の各プロット線は、1分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線31、3分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線32、5分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線33である。

第4図中の各プロット線は、1分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線41、5分ごとに移動平均を計算してプロットした特性曲線42である。

これら特性曲線31、32、33、41、42から分かるように、時間間隔を長くして移動平均を求めることにより、比較的滑らかな特性曲線が得られ、心身的活動の傾向を捉えやすくなることができる。

次いで、予測・判定部27にて、それらリアプノフ指数の変化の状態を示す特性曲線31、32、33、41、42により、大脳に発生する負荷レベルを計測することで心身的活動を予測・判定する。

すなわち、時々刻々のリアプノフ指数の変化は、その瞬間における大脳に発生する負荷レベルを測定しているもので脳の活性状態を測定していることと相似である。従って、時系列でリアプノフ指数の変化を計測することは傾向を推定することを可能とする。これは実験結果からも明らかであり、第3図及び第4図により、これを説明する。

第3図はリアプノフ指数が増大する状態を示す時系列データである。このデータは被験者に1時間以上に及ぶ朗読を課し、その音声によるストレンジ

・アトラクタのリアプノフ指数を計測したところ、被験者が疲労を自覚しこれを訴える以前にリアプノフ指数の上昇が見られたことを示している。

そのリアプノフ指数の上昇を対環境適応力の低下として捉え、適応力の低下が長時間続くことにより疲労として自覚されるといえる。すなわち、大脳に高い負荷が発生し、その状態が長く続いた結果、人間は疲労感を自覚している。上述のように、リアプノフ指数が高い状態が続いたことを計測することにより、いずれは人間は疲労感を訴えることを予測することも可能となる。

また、第4図はリアプノフ指数が低下する状態を示す時系列データである。第3図を導いた実験と同様に新聞の朗読により得たリアプノフ指数の変化をプロットしたものである。ある時間を経過した後にリアプノフ指数の急激な低下が観測されており、「読み慣れない社説を無理やり読まされていた時には大脳に高い負荷が発生していたが、読みなれたスポーツ欄になったため大脳に発生していた負荷レベルが低くなった。」と解釈できる。

この発明による装置では、以上のような傾向をカオス論的に且つ定量的に把握することにより、ヒューマンファクタ評価を可能とする。

この発明装置を医療の分野に応用し、心身診断など行うような場合には数多くの臨床例を計測し、特徴量検出し平均的な状態を求めることが考えられるが、第2図における発話音声検出器22からの出力結果及びリアプノフ指数変化検出器24の出力結果を保存する記憶手段を付加し、統計的手法により傾向分析を行う手段を設けることにより実現することになる。

#### 産業上の利用可能性

この発明は医療の分野に適用され得るものであって、大脳がどのような活動状態にあるか、さらには測定時の心身的活動の変化、また以後の心身的活動の変化を予測・判定するカオス論的ヒューマンファクタ評価装置として利用することができる。



## 請求の範囲

1. 人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算手段と、

該リアプノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアプノフ指数の変化を検出するリアプノフ指数変化検出手段と有し、

該リアプノフ指数変化検出手段で検出されたリアプノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定可能としたことを特徴とするカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

2. 人間が発話する音声をデジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算手段と、

該リアプノフ指数計算手段より計算された発話音声のリアプノフ指数の変化を検出するリアプノフ指数変化検出手段と、

該リアプノフ指数変化検出手段で検出されたリアプノフ指数の変化の状態により、大腦に発生する負荷レベルを計測することにより心身的活動を予測・判定する予測・判定手段とを備えたことを特徴とするカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

3. 人間が発話する音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、該マイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログデジタル変換手段とを更に備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

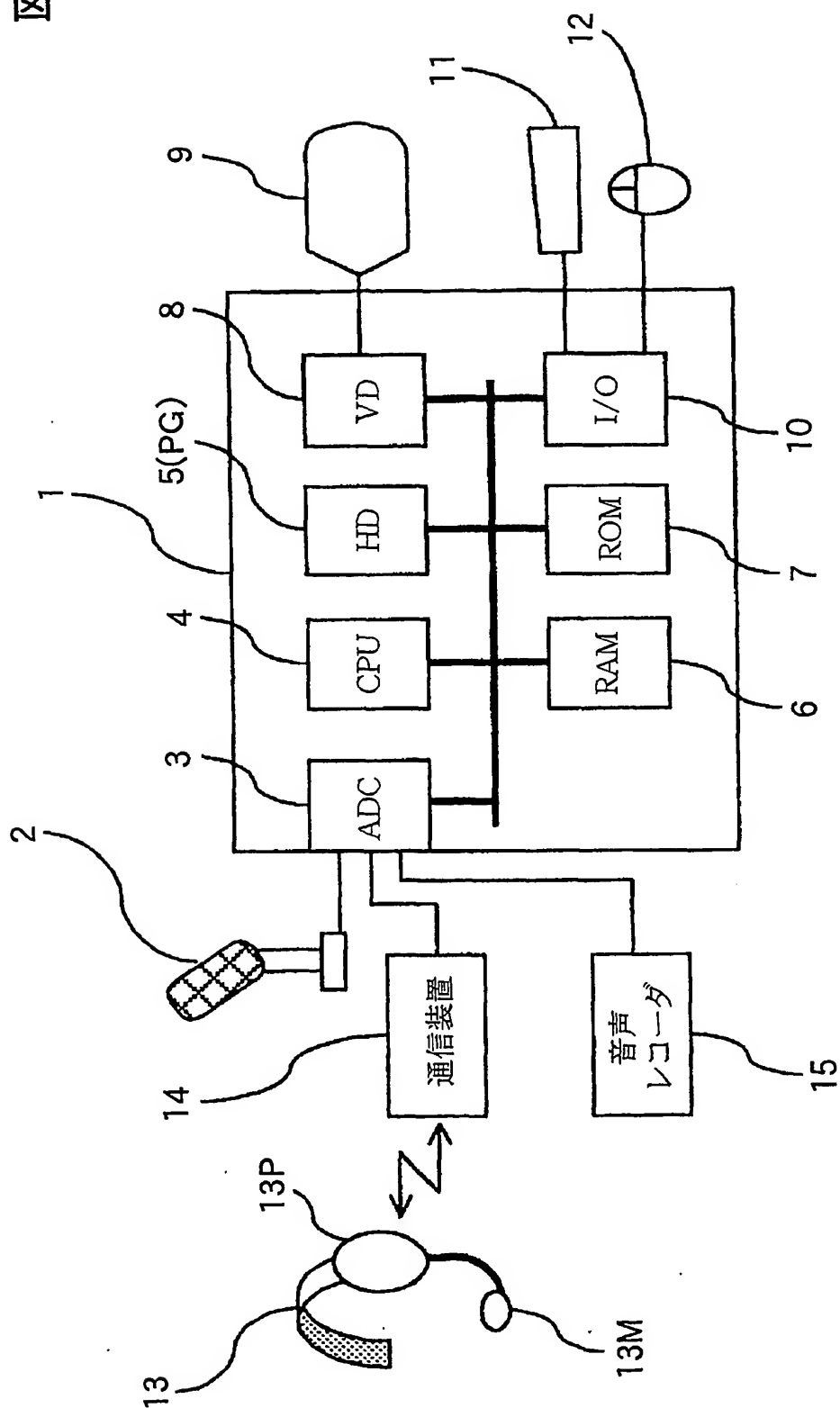
4. 前記デジタルデータから、あらかじめ用意した非発話音声音の特徴をもとに、人間の発話音声以外の音声データを除去して、前記リアプノフ指数計算手段に与える非発話音声音除去手段を備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一つに記載のカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

5. 前記人間の発話音声以外の音声データを除去したデジタルデータから、

個々に評価される人間の発話音声の特徴を抽出・識別し、前記リアプノフ指数計算手段に与える発話音声検出手段を備えることにより、複数人の発話音声入力に対する個々の人間の心身的活動の予測・判定を可能とすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一つに記載のカオス論的ヒューマンファクタ評価装置。

第 1 図

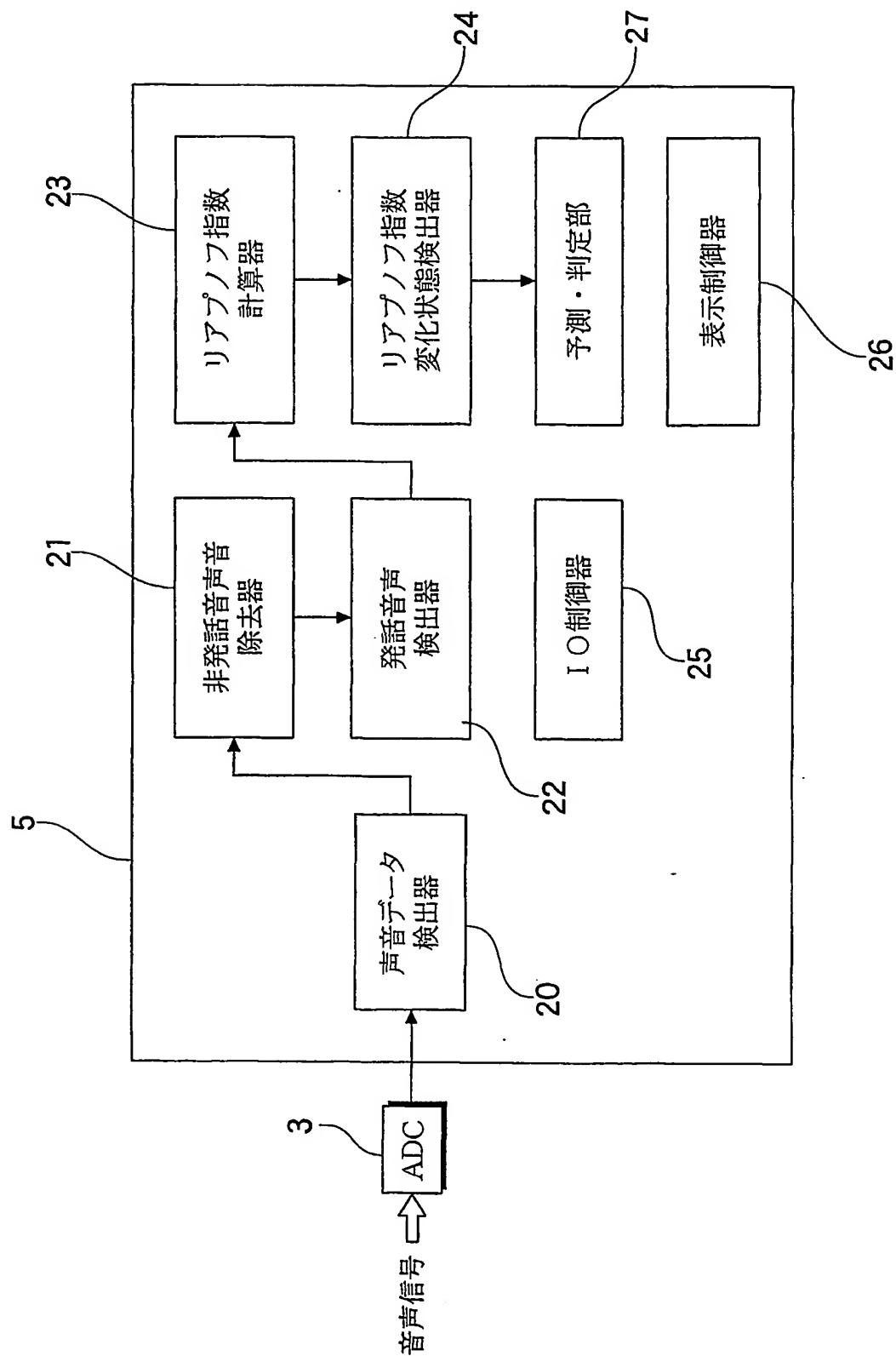
1 / 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

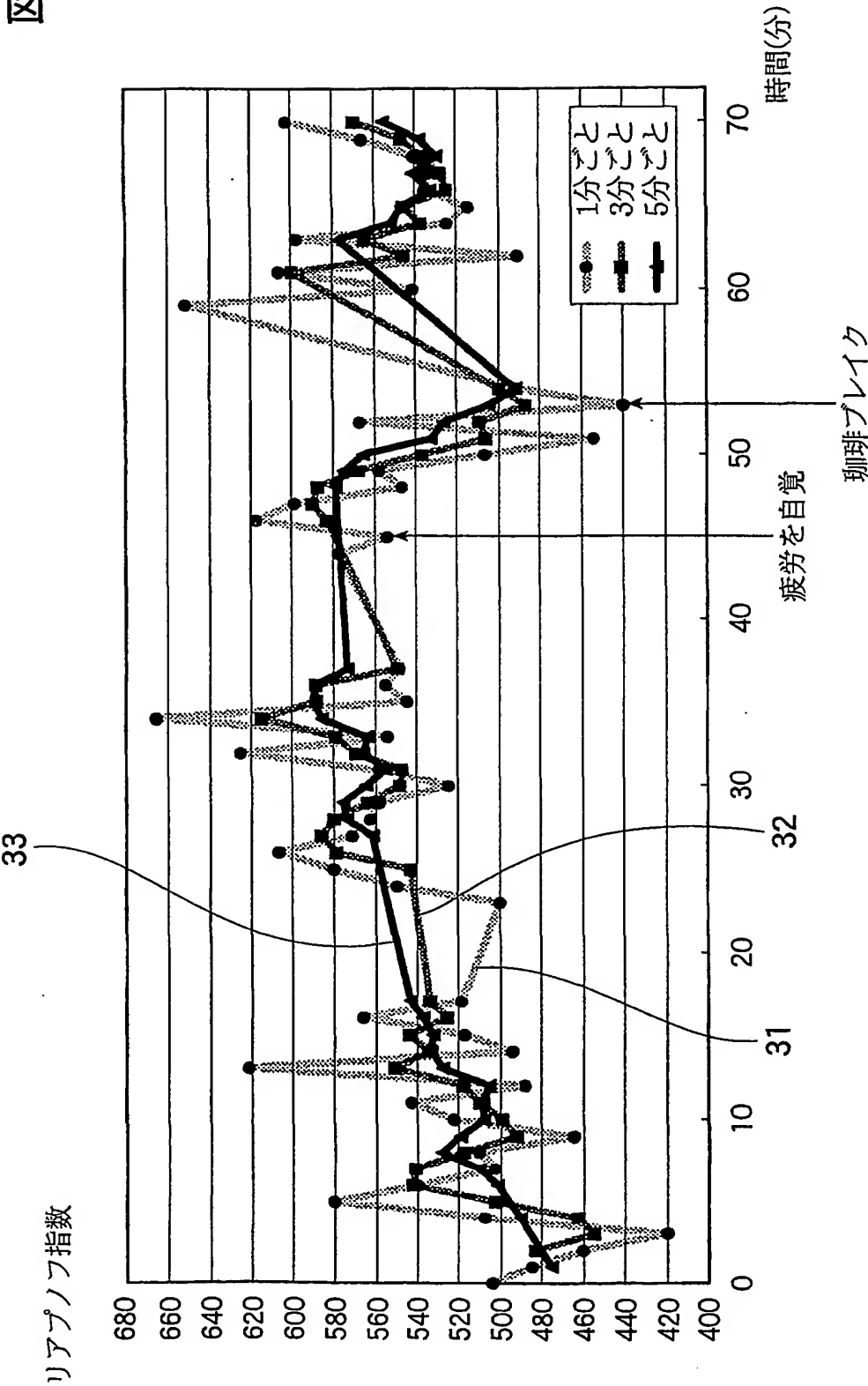
## 第 2 図

2 / 4



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

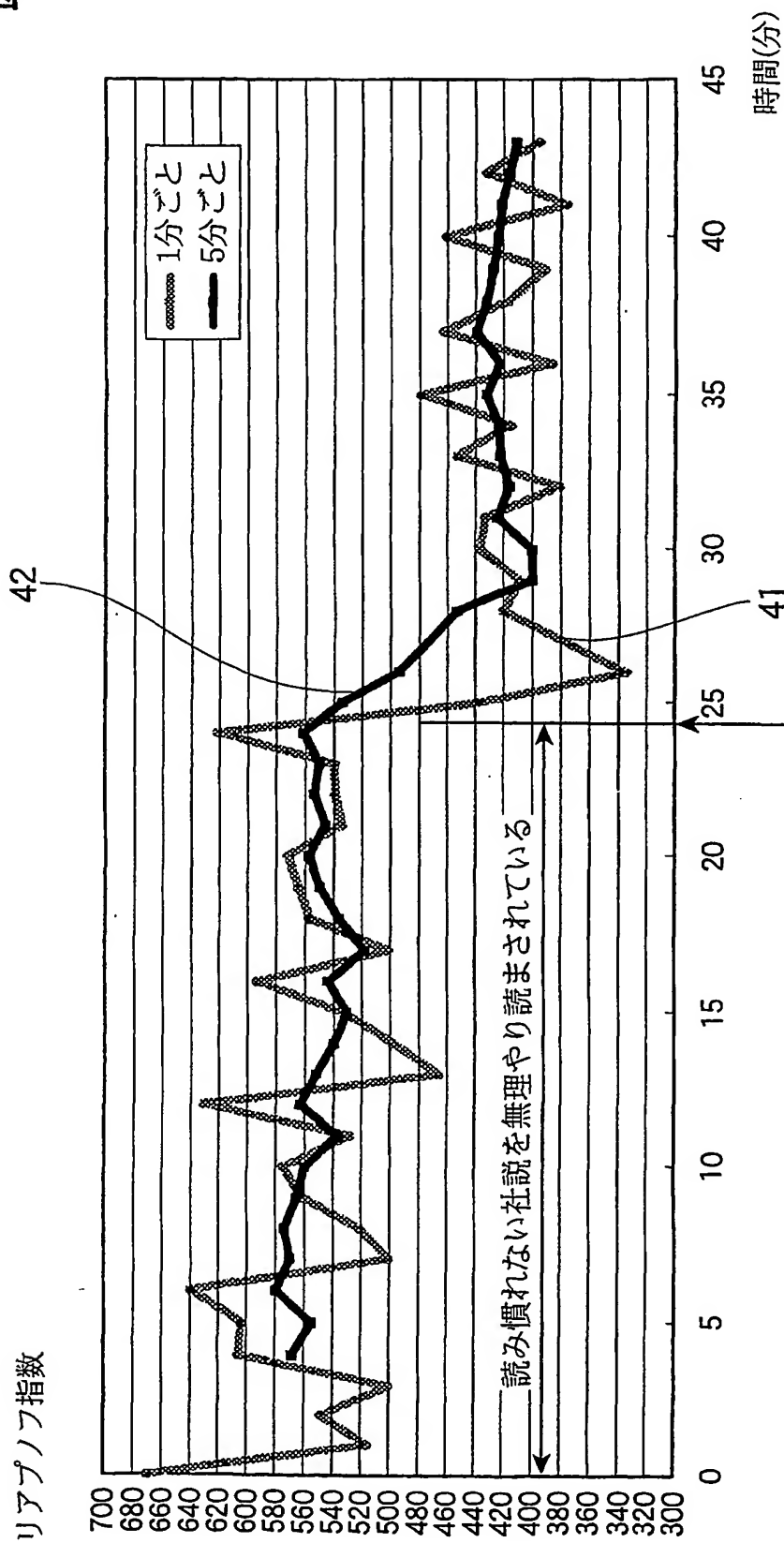
第 3 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## 第 4 図



読み慣れたスポーツ欄を読み始めた

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03561

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> A61B10/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> A61B10/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-113347 A (Director-General, Ship Research Institute, Ministry of Transport), 21 April, 2000 (21.04.00), (Family: none)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 July, 2002 (12.07.02)

Date of mailing of the international search report

23 July, 2002 (23.07.02)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03561

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The idea of chaos-theoretically analyzing a digitized sound signal, calculating a Liapunov exponent, detecting a change of the Liapunov index, and thereby predicting/judging a mental/physical activity is not novel since the idea is disclosed in document JP 2000-113347 A (Director-General, Ship Research Institute, Ministry of Transport) 2000. 04. 21.

Consequently, there is no other feature which can be considered as a special technical feature common to claims 1, 2, 3, 4, and 5. Therefor, no technical relationship between the different inventions can be seen. Therefore, claims 1 to 5 do not satisfy the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1

**Remark on Protest** ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> A 61 B 1 0 / 0 0

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> A 61 B 1 0 / 0 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-113347 A (運輸省船舶技術研究所長) 2000.04.21 (ファミリーなし)	1

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.07.02

国際調査報告の発送日

23.07.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小田倉 直人

2W

9163

電話番号 03-3581-1101 内線 3250

## 第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

デジタルデータ化した音声信号をカオス論的手法により解析してリアプノフ指数を計算し、同リアプノフ指数の変化を検出して心身的活動を予測・判定することは、文献JP 2 000-113347 A(運輸省船舶技術研究所長) 2000.04.21に開示されているから、新規なものではない。

その結果、請求の範囲1と請求の範囲2と請求の範囲3と請求の範囲4と請求の範囲5に記載された発明の間に、特別な技術事項と考えられる共通の事項は存在せず、それらの相違する発明の間に技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求の範囲1-5は発明の単一性を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。